RESEARCH HIGHLIGHTS

Socio-Economic Series Issue 50 - Revision II

GREENHOUSE GAS EMISSIONS FROM URBAN TRAVEL: TOOL FOR EVALUATING NEIGHBOURHOOD SUSTAINABILITY

Introduction

As a result of the Kyoto Summit in December 1997, the federal government is developing strategies to reduce greenhouse gas (GHG) emissions in Canada. A key challenge to reaching this goal is urban transportation, which is a major and growing contributor to GHG emissions in Canada. This is largely due to increasing levels of private automobile use together with declining rates of public transit use in most Canadian cities during the past decade.

Many studies demonstrate that there is a strong link between automobile ownership and use and the way communities are planned. To date, little work has been done on quantifying the reductions in transportation energy consumption and emissions that result from alternative development scenarios.

Objectives

This study develops a model of GHG emissions from personal urban transportation given variations in neighbourhood characteristics, including community and housing design, socio-economic makeup, and locational factors. The results provide valuable insight into how communities can be designed and planned to reduce GHG emissions from passenger travel in urban areas.

The main purpose of the study is to develop a user-friendly quantitative tool to make the mathematical model easy to use in evaluating development proposals in terms of GHG emissions. The user inputs data on the characteristics of the neighbourhood and the tool forecasts the annual per-household GHG emissions from transportation. In this study, the results supplied by the tool are used in discussing the sustainability of nine neighbourhood scenarios that embody a wide range of contrasting locational and neighbourhood design characteristics.

Modelling Approach

Data on vehicle ownership, automobile vehicle-km of travel (VKT), and passenger-km of travel on public transit (PKT) per household in the Greater Toronto Area (GTA) were obtained from the 1996 Transportation Tomorrow Survey (TTS). This rich data set is based on a sample of 115,000 households (a 5 per cent sample) in the GTA. The traffic zone level of aggregation was chosen for the basis of analysis, as this provides a convenient means for summarizing travel data and is also compatible with the need to make comparisons at the neighbourhood level. The analysis was limited to traffic zones within the Toronto Census Metropolitan Area (CMA) and to traffic zones with a minimum number of responding households. The final data set for model calibration retained 795 traffic zones. Data on the individual variables that may have an effect on household travel behaviour were obtained from a variety of sources, including the TTS, Census data, and data derived from geographic information systems.

It was important initially to gain a thorough understanding of the individual potential explanatory variables. To this end, univariate analyses of the individual variable's impact on auto VKT per household were carried out. The primary modelling approach in this study was to develop separate sub-models of vehicle ownership, weekday auto VKT, and weekday transit PKT per household using multivariate regression analysis. Multivariate regression makes it possible to examine how a single dependent variable (e.g. VKT/household) is affected by the values of one or more independent variables.

CMHC SCHL

HOME TO CANADIANS

Canada

Findings

Key Variables Influencing Auto Use and GHG Emissions

The results of the multivariate analysis reveal a number of insights about the effect of different neighbourhood characteristics on household vehicle ownership and auto and transit travel intensity. Overall, socio-economic and locational variables tend to have a stronger influence than neighbourhood design variables.

Socio-Economic Variables:

- The variable with the strongest influence on auto VKT was the number of vehicles per household.
- To a lesser extent, the number of people in the household also strongly influences VKT; the number of people per household is the strongest predictor of PKT.
- The average number of adults per household is the strongest predictor of auto ownership per household.
- Household employment income was the second most important indicator of household vehicle ownership, whereas individual worker income seems to be a better predictor of auto VKT than household income. As income increases, auto use and ownership increases.

Locational Variables:

- Distance to the Central Business District (CBD) has a strong influence in all three sub-models. This is the second strongest explanatory variable,
  after vehicle ownership, in the auto VKT model. The model parameters suggest that, for every kilometre a household moves away from the CBD, weekday VKT per household increases by approximately 1.0 km.
- An increase in the number of jobs within a 5-km radius of the neighbourhood centroid can greatly reduce auto VKT per household as can a high degree of land-use mixing (i.e. combining residential uses and jobs in an area).
- Increasing local transit-vehicle-service hours tends to reduce household vehicle ownership and increase transit PKT per household. Having close access to a rapid transit station slightly decreases auto ownership levels and VKT per household.

Neighbourhood Design Variables:

- An increase in housing density (the number of housing units within a 1-km radius of the neighbourhood centroid) moderately decreases vehicle ownership and increases transit travel.
- A high degree of mixing structural housing types in a neighbourhood can slightly reduce auto ownership, while increasing the average size of a neighbourhood's housing units (in rooms/unit) can slightly increase auto ownership levels.
- Neighbourhoods with a curvilinear road layout tend to have slightly increased auto ownership levels; those with a rural grid road type have slightly higher auto VKT levels, all else being equal.
- An increase in the number of intersections per road-km in a neighbourhood slightly reduces auto VKT, presumably because it improves connectivity for walking and cycling trips.
- Increasing neighbourhood employment moderately reduces household transit PKT.
- The presence of local shopping opportunities slightly reduces household auto ownership levels and reduces transit PKT and has an indirect moderating influence on auto VKT levels and GHG emissions.
- The presence of wide arterial roads either within the neighbourhood or on its periphery, slightly increases auto use.
- The presence of bike lanes and recreational paths slightly reduces auto use.

Appropriate factors were applied to predicted values of weekday auto VKT and weekday transit VKT to calculate annual GHG emissions. The final models, based on the multivariate regression approach, were incorporated into an **easy-to-use spreadsheet tool**. All of the variables described above can be manipulated by a user of the tool to test a variety of development proposals in terms of GHG emissions from personal travel. The tool is capable of establishing the relative difference between 2 or more neighbourhoods in any large metropolitan area, although the absolute GHG estimates may not be exact.

Neighbourhood and Urban Context Scenarios

Nine contrasting neighbourhood scenarios were subjected to analysis using the model executed within the spreadsheet tool. These nine neighbourhoods are combinations of the three neighbourhood designs and three urban contexts. The three urban context scenarios generally correspond well to the Inner Area, Inner Suburbs, and Outer Suburbs of the Toronto Census Metropolitan Area. These are located 5 km, 10 km, and 30 km from the Central Business District, respectively, and have varying access to employment and transit.

The neighbourhood design concepts are as follows:

- **Neighbourhood 1: Conventional Suburban-Type Development** - This neighbourhood concept reflects the characteristics of modern suburban developments, with typical low-density single-use residential patterns. Streets generally consist of curves and cul-de-sacs extending out to wide auto-oriented arterial roadways.
- **Neighbourhood 2: Medium-Density Development** - This neighbourhood concept tends to have a mix of single detached houses on medium-sized lots, low rise townhouses, and mid-rise residential apartment buildings. Such neighbourhoods typically have a higher number of persons than jobs, but still have significant opportunities for self-containment in terms of local employment. The road layout is mainly curvilinear, but with some continuity and connectivity for transit vehicles and pedestrians.
- **Neighbourhood 3: Neo-Traditional Development** – This neighbourhood concept represents a return to communities that are more "friendly" to pedestrians, bicyclists, and transit users. The road layout type is generally a grid pattern of closely spaced streets with full accessibility to adjacent arterials. Such neighbourhoods have a mix of housing typologies including apartment buildings and closely spaced housing units. There is a much greater presence of non-residential uses (grocery stores, retail shops, schools, and employment complexes) in this neighbourhood concept than in the first two neighbourhoods.

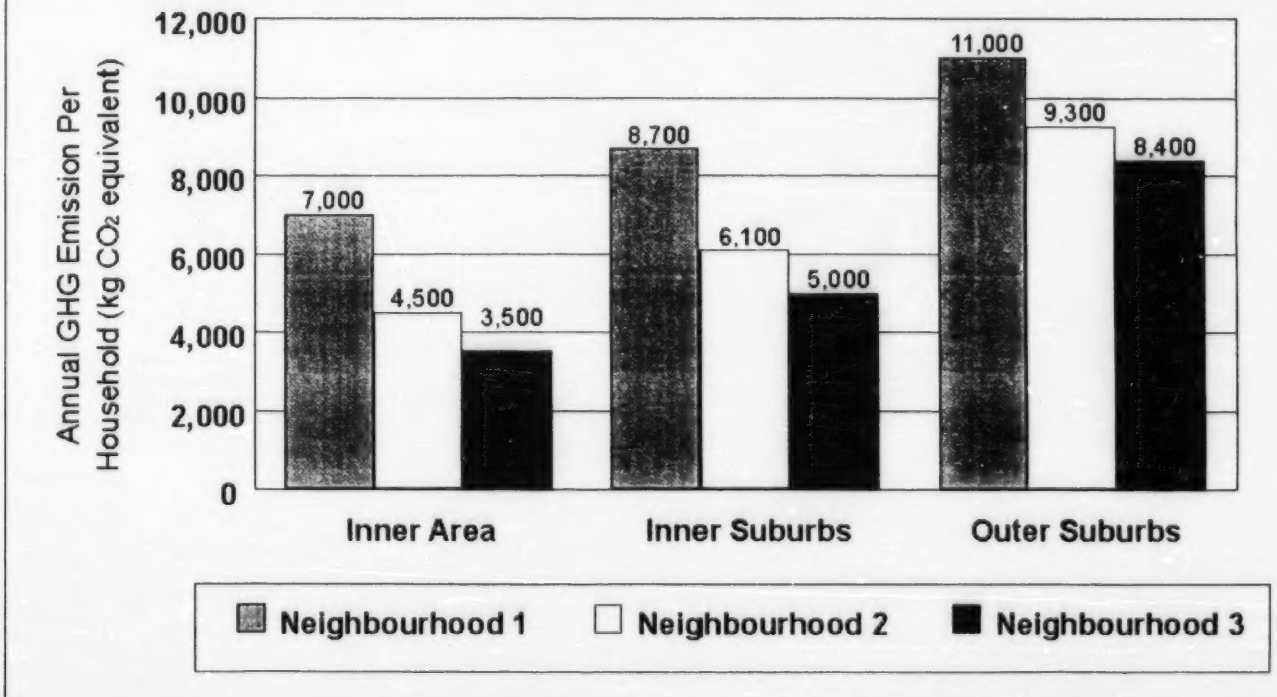
Figure 1 shows graphically the annual GHG emissions for the nine different neighbourhoods as predicted by the model, making it easy to see that both the urban context and the neighbourhood design context have a significant effect on GHG emissions from travel. However, it is valuable to note the relative influences of locational and neighbourhood design variables. Changing the neighbourhood context from the Outer Suburbs to the Inner Area decreases GHG emissions by 36 per cent to 60 per cent for the various neighbourhoods, whereas keeping the urban context the same and adopting the compact, mixed-use, pedestrian-oriented design decreases GHG emissions 24 per cent, to 50 per cent. As a result, neighbourhoods with neo-traditional neighbourhood designs located in the Outer Suburbs produce more GHGs than the neighbourhood with land-intensive suburban-type design located in the Inner Area. The former neighbourhood generates about 20 per cent more annual GHG emissions from travel than the latter.

Conclusions

This study resulted in the development of a model that is able to explain a substantial amount of the interaction between neighbourhood characteristics and vehicle use. The R^2 values for the auto VKT and auto ownership models are quite good, at 0.836 and 0.877, respectively, whereas the R^2 for the transit model is only a moderate 0.327.

The results of the evaluation of the nine neighbourhood scenarios

Figure 1:
Neighbourhood Scenarios' Annual GHG Travel Emissions per Household



using the model developed in this study suggest that the "macro" urban structure is more important than the "micro" neighbourhood design in reducing GHG emissions from auto and transit travel by neighbourhood residents. That is, infill development to increase resident population in inner areas and inner suburbs is more effective than greenfield development in moderating the growth of GHG emissions, even if the new greenfield neighbourhood is neo-traditional rather than typical auto-dependent/suburban in design. However, neighbourhood design is also a significant determinant of GHG emissions and can go a long way in improving the sustainability of neighbourhoods in the outer regions of urban areas.

The spreadsheet tool produced by this study provides a useful instrument for planners and developers in estimating the GHG emissions implications of both neighbourhood design and the broader-scale urban structure considerations of infill versus greenfields development.

Project Manager: Susan Fisher

Project report: Greenhouse Gas Emissions from Urban Travel: Tool for Evaluating Neighbourhood Sustainability, 2000

Project Consultants: IBI Group

A full report on this project will be available from the Canadian Housing Information Centre at the address below.

Housing Research at CMHC

Under Part IX of the National Housing Act, the Government of Canada provides funds to CMHC to conduct research into the social, economic and technical aspects of housing and related fields, and to undertake the publishing and distribution of the results of this research.

This fact sheet is one of a series intended to inform you of the nature and scope of CMHC's research report.

The **Research Highlights** fact sheet is one of a wide variety of housing related publications produced by CMHC.

For a complete list of **Research Highlights**, or for more information on CMHC housing research and information, please contact:

The Canadian Housing Information Centre
Canada Mortgage and Housing Corporation
700 Montreal Road
Ottawa, ON K1A 0P7

Telephone: (613) 748-2367
FAX: (613) 748-2098

OUR WEB SITE ADDRESS: http://www.cmhc-schl.gc.ca/Research

The information in this publication represents the latest knowledge available to CMHC at the time of publication and has been thoroughly reviewed by experts in the housing field. CMHC, however, assumes no liability for any damage, injury, expense or loss that may result from the use of this information

NHA 2266

LE POINT EN RECHERCHE

Série socio-économique Numéro 50 - Révision II

ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DU TRANSPORT URBAIN : INSTRUMENT D'ÉVALUATION DE LA DURABILITÉ DES QUARTIERS

Introduction

Pour donner suite au sommet de Kyoto tenu en décembre 1997, le gouvernement fédéral a entrepris d'élaborer des stratégies pour réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) au Canada. L'un des plus grands obstacles à la réalisation de cet objectif est posé par le transport urbain, qui intervient pour beaucoup en ce qui a trait à la quantité d'émissions de GES au Canada. Il faut surtout blâmer la popularité toujours croissante de la voiture particulière, et la moins grande popularité du transport en commun dans la plupart des villes du pays depuis dix ans.

De nombreuses études ont montré qu'il existe une forte corrélation entre l'utilisation de l'automobile et l'urbanisme. On ne s'est jamais sérieusement attaché à quantifier les réductions de consommation d'essence et les émissions résultant de différents scénarios d'aménagement urbain.

Objectifs

Cette étude renferme un modèle d'émissions de GES attribuables au transport urbain individuel, qui comporte des variations pour les caractéristiques de quartier, dont la conception de la collectivité et des habitations, la composition socio-économique, et des facteurs d'emplacement. Ces résultats sont d'un apport précieux pour déterminer comment les villes peuvent être conçues et planifiées pour réduire les émissions de GES causées par le transport dans les zones urbaines.

L'objet premier de cette étude était de mettre au point un instrument de mesure convivial afin que le modèle mathématique soit facile à utiliser pour l'évaluation des propositions d'aménagement au regard des émissions de GES. L'utilisateur n'a qu'à entrer les données sur les caractéristiques du quartier et l'instrument prévoit les émissions annuelles par ménage de GES dus au transport. Dans l'étude, les résultats obtenus avec cet instrument servent à évaluer la durabilité de neuf quartiers, tous très différents en ce qui concerne le lieu et la conception.

Modélisation

Des données ont été obtenues du «Transportation Tomorrow Survey (TTS)» de 1996 sur l'appartenance de voitures, le kilométrage parcouru par le véhicule (KPV) et le kilométrage parcouru par les passagers (KPP) du transport en commun par ménage dans la région du Grand Toronto (RGT). Cette ample base de données s'appuie sur un échantillon de 115 000 ménages (échantillon de 5 pour cent) dans la RGT. L'analyse est fondée sur le niveau d'agrégation de la zone de circulation, car c'est un moyen pratique de résumer les données de déplacement, d'autant plus que ce dernier permet de faire les comparaisons voulues au niveau du quartier. L'analyse était limitée aux zones de circulation de la Région métropolitaine de recensement (RMR) de Toronto et aux zones ayant un nombre minimum de ménages répondants. La base de données finale pour l'étalonnage du modèle a retenu 795 zones de circulation. Les données sur les variables individuelles susceptibles d'influer sur les habitudes de déplacement des ménages ont été obtenues de diverses sources, dont le TTS, le recensement et les systèmes d'information géographique.

Au départ, il était important de comprendre à fond les éventuelles variables explicatives. Des analyses univariées de l'incidence d'une seule variable sur le KPV par ménage ont donc été réalisées. L'approche primaire pour la modélisation dans cette étude était d'élaborer des modèles corollaires distincts pour l'appartenance de voitures, le KPV en semaine et le KPP en semaine par ménage, à l'aide d'une analyse de régression multivariée. Une régression multivariée permet d'examiner comment une seule variable dépendante (le KPV/ménage, par exemple) est modifié par les valeurs d'une ou de multiples variables indépendantes.

SCHL CMHC

AU COEUR DE L'HABITATION

Canada

Résultats

Variables clés influant sur l'utilisation de la voiture et les émissions de GES

Les résultats de l'analyse multivariée ont révélé certaines choses sur l'effet de différentes caractéristiques de quartier sur l'appartenance d'une voiture par les ménages et la fréquence d'utilisation de la voiture et du transport en commun. En général, les variables socio-économiques et d'emplacement ont une plus forte influence que les variables de conception des quartiers.

Variables socio-économiques :

- La variable ayant le plus d'influence sur le KPV était le nombre de véhicules par ménage.
- Dans une moins grande mesure, le nombre de personnes dans le ménage exerce aussi une forte influence sur le KPV; le nombre de personnes par ménage est le premier facteur déterminant en importance du KPP.
- Le nombre moyen d'adultes par ménage est le facteur déterminant le plus fort de l'appartenance de voiture dans un ménage.
- Le revenu du ménage était la deuxième variable explicative en importance de l'appartenance de voiture, c'est-à-dire que le revenu de chaque personne semble être un meilleur prédicteur de KPV que le revenu du ménage. Plus le revenu est élevé, plus l'utilisation et l'appartenance d'une automobile augmentent.

Variables d'emplacement :

- La distance du centre-ville a une forte influence sur les trois modèles corollaires. C'est la deuxième variable explicative en importance, après l'appartenance de voiture, dans le modèle de KPV. Les paramètres du modèle laissent croire que, pour chaque kilomètre de distance du centre-ville, le KPV en semaine par ménage augmente d'environ 1 kilomètre.
- Une augmentation du nombre d'emplois dans un rayon de 5 km du centre du quartier peut réduire de beaucoup le KPV par ménage, tout comme la diversification des zones (occupation résidentielle et emplois dans un même secteur).
- Des plages horaires élargies pour le service de transport en commun ont tendance à réduire l'appartenance de voiture et à augmenter l'utilisation du transport en commun par ménage. La proximité de l'accès à une station de transport en commun semble faire légèrement diminuer l'appartenance de voiture et le KPV par ménage.

Variables de conception de quartier :

- Une augmentation de la densité résidentielle (le nombre de logements dans un rayon d'un kilomètre du centre du quartier) fait baisser légèrement l'appartenance d'une voiture et fait monter l'utilisation du transport en commun.
- Un degré élevé d'hétérogénéité dans les types d'habitations d'un quartier peut réduire un peu l'appartenance d'une voiture, tandis qu'une augmentation de la taille moyenne des habitations d'un quartier (nombre de pièces par habitation) peut faire augmenter légèrement l'appartenance d'une voiture.
- Les quartiers dont le tracé routier est curviligne ont tendance à avoir des niveaux un peu plus élevés d'appartenance de voiture; ceux dont le tracé est plutôt en grille à la manière des routes rurales ont un niveau de KPV légèrement plus élevé, toutes proportions gardées.
- Une augmentation du nombre d'intersections par kilomètre de route dans un quartier réduit quelque peu le KPV, probablement parce qu'elles facilitent les liens pour la marche à pied et les déplacements à bicyclette.
- Une augmentation du nombre d'emplois dans le quartier fait baisser modérément le KPP des ménages.
- La présence de magasins locaux réduit légèrement le niveau d'appartenance de voiture des ménages et le KPP, et a une influence indirecte modérée sur le KPV et les émissions de GES.
- La présence de larges artères à l'intérieur même du quartier ou en périphérie augmente légèrement l'utilisation de l'automobile.
- La présence de pistes cyclables et de sentiers récréatifs réduit légèrement l'utilisation de l'automobile.

Les facteurs appropriés ont été appliqués aux valeurs projetées pour le KPV en semaine et le KPP en semaine, pour calculer les émissions annuelles de GES. Les modèles définitifs, basés sur l'analyse de régression multivariée, ont été incorporés à **une feuille de calcul facile à utiliser.** L'utilisateur de cet instrument de travail peut manipuler toutes les variables décrites ci-dessus pour tester différentes propositions d'aménagement au regard des émissions de GES attribuables aux déplacements personnels. L'instrument peut établir la différence relative entre deux quartiers ou plus dans n'importe quelle grande agglomération urbaine, quoique les estimations absolues relatives aux émissions de GES peuvent ne pas être exactes.

Scénarios de quartier et de contexte urbain

Neuf scénarios contrastants de quartiers ont fait l'objet d'une analyse au moyen du modèle incorporé à la feuille de calcul. Ces

neuf quartiers sont des combinaisons de trois types de quartier et de trois contextes urbains. Les trois scénarios de contexte urbain représentent assez bien le cœur, les banlieues intérieures et les banlieues extérieures de la Région métropolitaine de recensement de Toronto. Ils se trouvent à 5 km, 10 km et 30 km du centre-ville respectivement et offrent un accès variable aux emplois et au transport en commun.

Les concepts d'aménagement de quartier sont les suivants :

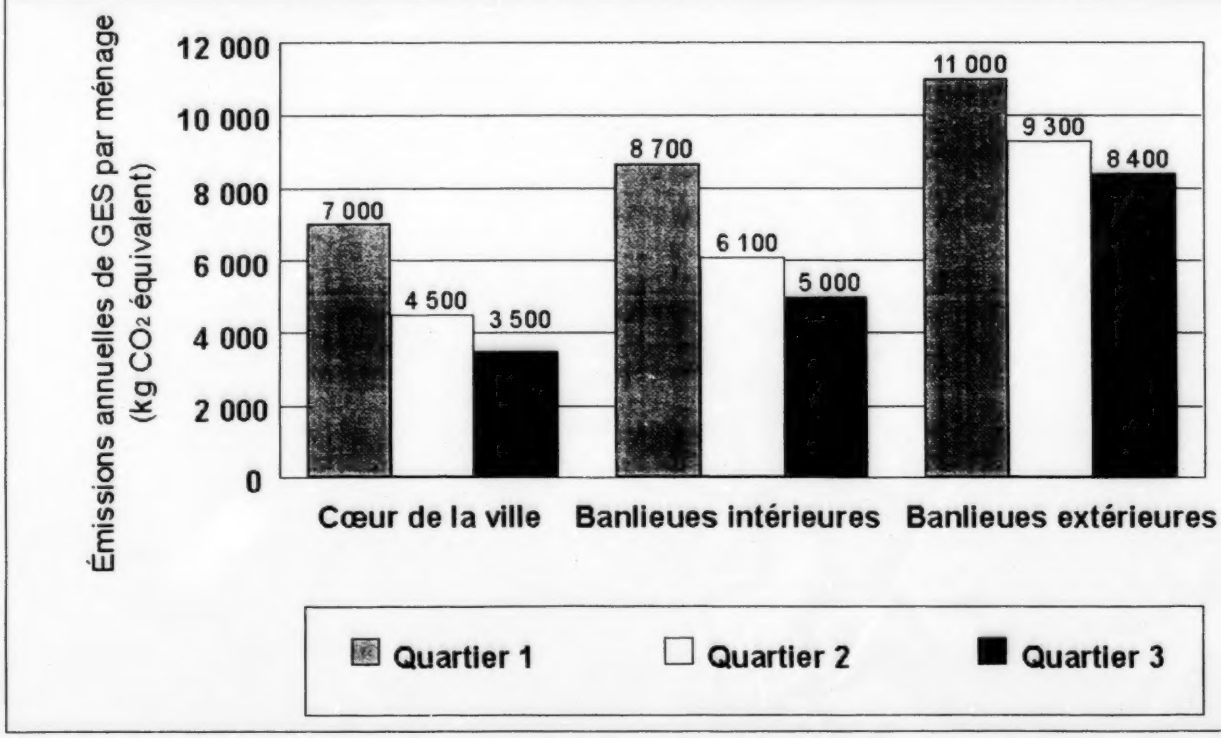
- **Quartier 1 : Aménagement classique de banlieue** — Ce concept représente les caractéristiques de lotissements modernes en banlieue, c'est-à-dire des habitations individuelles de faible densité. Les rues sont caractérisées par des courbes et des culs-de-sac menant à de larges artères construites pour les déplacements automobiles.

- **Quartier 2 : Aménagement de moyenne densité** — Ce genre de quartier comporte généralement des habitations individuelles sur des terrains de taille moyenne, des maisons en rangée et des immeubles d'appartements de moyenne hauteur. On y trouve normalement plus de personnes que d'emplois, quoiqu'il offre des possibilités appréciables d'emplois locaux. Le tracé routier est principalement curviligne, mais il assure une certaine continuité et des liens pour le transport en commun et la marche à pied.

- **Quartier 3 : Aménagement néo-traditionnel** — Ce concept s'inspire des anciens quartiers axés sur les piétons, les cyclistes et les usagers du transport en commun. Les rues sont généralement agencées en grille, elles sont très rapprochées et l'accès aux artères contiguës n'est pas compliqué. Ce genre de quartier comporte différents types d'habitations, dont des immeubles d'appartements et des logements rapprochés. On y trouve beaucoup plus d'utilisations non résidentielles (magasins d'alimentation, boutiques, écoles et complexes à bureaux) que dans les deux premiers quartiers.

Le graphique 1 illustre les émissions annuelles de GES pour les neuf quartiers selon les prédictions du modèle; il est clair que le contexte urbain et le type de quartier ont une incidence considérable sur les émissions de GES attribuables aux déplacements. Signalons cependant l'influence relative des variables d'emplacement et de quartier. En changeant le contexte du quartier pour passer des banlieues extérieures au cœur de la ville, on diminue les émissions de GES de 36 à 60 pour cent dans les différents quartiers, alors que si le contexte urbain demeure inchangé et qu'on adopte un type d'aménagement compact diversifié et axé sur le piéton, les émissions de GES ne baissent que de 24 pour cent, pour atteindre 50 pour cent. Par conséquent, les quartiers néo-traditionnels dans les banlieues extérieures produisent plus de GES qu'un quartier de type banlieue, au cœur de la ville. Le premier quartier génère 20 pour cent plus d'émissions annuelles de GES attribuables aux déplacements que le deuxième.

Graphique 1 :
Émissions annuelles de GES par ménage pour les scénarios de quartier



Conclusions

Principaux constats

Cette étude s'est soldée par l'élaboration d'un modèle capable d'expliquer dans une large mesure l'interaction entre les caractéristiques de quartier et l'utilisation de l'automobile. Les valeurs R^2 pour les modèles d'appartenance de voiture et de KPV sont très bonnes, à 0,836 et 0,877 respectivement, mais le R^2 pour le modèle de transport en commun n'est que de 0,327.

Les résultats de l'analyse des neuf scénarios de quartier au moyen du modèle mis au point pour cette étude portent à croire que la structure macro-urbaine a plus d'importance que la micro-conception des quartiers en ce qui concerne la réduction des émissions de GES attribuables aux déplacements en voiture et en transport en commun des résidents du quartier. Ainsi, un aménagement intercalaire visant à accroître la densité de la population au cœur de la ville et dans les banlieues intérieures est plus efficace qu'un nouvel aménagement pour modérer la croissance des émissions de GES, même s'il s'agit d'un quartier néo-traditionnel au lieu d'une banlieue type axée sur l'automobile. Cela dit, la conception du quartier est aussi un facteur déterminant important des émissions de GES et peut contribuer dans une large mesure à rendre plus durables les quartiers des banlieues extérieures.

La feuille de calcul est un instrument de travail utile pour les urbanistes et les promoteurs immobiliers, pour estimer les émissions de GES dans le contexte de la conception des quartiers et de la structure urbaine, c'est-à-dire l'aménagement intercalaire par opposition à un nouvel aménagement.

Directrice de projet : Susan Fisher

Rapport de projet : Émissions de gaz à effet de serre du transport urbain : Instrument d'évaluation de la durabilité des quartiers, 2000

Consultants de recherche : IBI Group

Un rapport complet sur ce projet de recherche sera disponible auprès du Centre canadien de documentation sur l'habitation à l'adresse indiquée ci-après.

Recherche sur l'habitation à la SCHL

Aux termes de la partie IX de la Loi nationale sur l'habitation, le gouvernement du Canada autorise la SCHL à consacrer des fonds à la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et à en publier et à en diffuser les résultats.

Le présent feuillet documentaire fait partie d'une série visant à vous informer sur la nature et la portée du programme de recherche de la SCHL.

Les feuillets documentaires de la série **Le point en recherche** comptent parmi les diverses publications sur le logement produites par la SCHL.

Pour recevoir la liste complète de la série **Le point en recherche**, ou pour obtenir des renseignements sur la recherche et l'information sur le logement de la SCHL, veuillez vous addresser au :

Centre canadien de documentation sur l'habitation
Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario) K1A 0P7

Téléphone : (613) 748-2367
Télécopieur : (613) 748-2098

NOTRE ADRESSE SUR LE WEB: http://www.cmhc-schl.gc.ca/Recherche

Cette publication contient les renseignements les plus à jour dont disposait la SCHL au moment de sa parution et ces renseignements ont été revus par des experts du secteur de l'habitation. Toutefois, la SCHL n'assume aucune responsabilité pour les dommages, les blessures, les coûts et les pertes pouvant découler de l'utilisation de ces renseignements.

LNH 2267